

УДК 528.7: 625.72

В.М. Ряпухін

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ НАЗЕМНОЇ ФОТОГРАМЕТРІЇ ПРИ ГІДРОМЕТРИЧНИХ ВИШУКУВАННЯХ

В статті обґрунтована необхідність проведення натурних фотограмметричних робіт з урахуванням можливостей навчального закладу. Запропонована методика використання методів і можливостей наземної фотограмметрії для цілей гідрометричних вишукувань і досліджень. При розробці методики розглянуті загальні теоретичні положення стереофотограмметрії, враховано і використано особливості наземної фотограмметрії. Методика може бути використана при організації польових лабораторних робіт з фотограмметрії.

Ключові слова: фотограмметрія, наземна фотограмметрія, водний потік, гідрометрія, швидкість течії, лабораторна робота.

Постановка проблеми

При вишукуванні автомобільних доріг і залізниць велике значення приділяється визначенню вихідних даних для проектування мостових переходів. На одному з перших місць, за важливістю, знаходиться інформація за зміною рівня води, ухили річок, розподіл швидкостей і напрямку водного потоку, які отримують за результатами гідрометричних вишукувань.

Виміри поверхневих швидкостей і напрямів течії необхідно виконувати в період паводку, який є найбільш складним і небезпечним режимом ріки. Як правило, поверхневі швидкості і напрями течії в цей період вимірюють за допомогою поплавців, спостереженнями за траєкторіями крижин, плавучих предметів і інше.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Враховуючи складні і небезпечні умови для безпосереднього вимірювання швидкостей і напрямів течії на річках, особливе значення при гідрометричних роботах набуває застосування методів фотограмметрії, перш за все на підґрунті матеріалів аерофотозйомки [1, 2, 3].

При вивченні дисципліни «Фотограмметрія» для напрацювання певних навиків і вмінь необхідно в процесі практичних і лабораторних робіт ознайомитись і вивчити повний цикл аерознімальних робіт.

Практично організувати аерофотозйомку в умовах навчальних закладів не представляється можливим. Фактично залишається тільки можливість обробки навчальних стереопар аерофотозйомки. При цьому ряд питань залишається замаскованим і тому не зрозумілим [3, 4, 5].

При дешифровці аерофотознімків поверхнева

швидкість течії визначається за формулою (1) [1, 4]:

$$V_{нов} = \frac{x' - x}{\Delta t \cdot f_k} \frac{H_n}{c} \quad (м / с), \quad (1)$$

де $x' - x$ – переміщення поплавків у масштабі аерофотозйомки, с;

H_n – висота польоту, м;

Δt – інтервал аерофотозйомки, с;

f_k – фокусна відстань АФА, мм.

При стереофотограмметричному методі поверхнева швидкість визначається за різницею поздовжніх паралаксів Δp (2) [3, 4, 5]:

$$V_{нов} = \frac{\Delta p H_n}{\Delta t \cdot f_k} \quad (м / с), \quad (2)$$

де Δp – різниця поздовжніх паралаксів, мм.

Визначення поверхневої швидкості таким методом можливо при певних умовах: у зоні перекриття аерофотознімків повинні знаходитись зображення, або обидва береги річки, або якісь опорні точки: острови, буйки, бакени, що не завжди буває. Не завжди можливо підібрати стереопари знімків, які б відповідали цим вимогам.

Мета статті

Для надбання практичних навиків і умінь з фотограмметрії за повним циклом фотограмметричних робіт від фотозйомки до отримання конкретних результатів пропонується методика визначення поверхневої швидкості течії методами наземної фотограмметрії.

Методика лабораторної роботи

Великий вплив на точність фотограмметричних визначень надає вибір оптимальних параметрів наземної фотозйомки: відстань точок фотографування від об'єкта, базис фотографування, фокусна відстань фотокамери.

1. На наземному фотознімку вимірюють координати x і z , а відстань від фотокамери до об'єкту визначається впродовж осі y (рис.1).

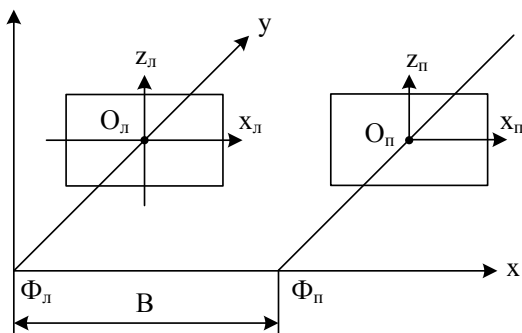


Рис. 1 – Схема координат на стереопарі

1 – Знімок лівий;
2 – Знімок правий;
 $\Phi_{л}, \Phi_{п}$ – ліва і права фотокамери;
 B – базис.

Параметри наземної стерео фотозйомки визначають за загальними формулами зв'язку точок об'єкту і їх зображення на стереопарі нормального випадку:

$$\begin{aligned} X &= \frac{B}{P} x = \frac{Y}{f} x; \\ Y &= \frac{B}{P} f; \\ Z &= \frac{B}{P} z = \frac{Y}{f} z, \end{aligned} \quad (3)$$

де X, Y, Z – координати точок об'єкту, м;

x, z – координати зображення на стереопарі, мм;

P – поздовжній паралакс;

f – фокусна відстань, мм;

B – базис, м.

2. Для проведення лабораторної роботи вибирається водний потік (річка, струмок, канал) завширшки від 5 до 20 м. На відстані 2-3 м від об'єкту розмічають місце базису B .

На протилежному березі навпроти базису встановлюють орієнтири (стовпчики, віхи) або за орієнтир приймають наявності дерева. Розміри базису B залежать від відстані до об'єкту Y і фокусної відстані камери f :

$$B_{\max} = \frac{Y_{\min}}{f} l_x, \quad (4)$$

де l_x – розмір сторони кадру вздовж базису

фотографування, м.

При застосуванні цифрових фотокамер у яких фокусна відстань в середньому 60 мм, для умов лабораторної роботи.

B_{\max} ставить приблизно 0,5 від ширини водного потоку (від 2,5 до 10 м).

Приймаємо $B = 2$ м. У якості основи базису можна взяти відрізок дошки, брусок та ін.

3. На основі базису, на відстані 2 м закріплюють дві цифрові фотокамери, які обладнані пристроєм для одночасного спрацювання затворів і фіксації інтервалу часу між двома послідовними фотозйомками (інтервал часу послідовного спрацювання затворів фотокамер – інтервал фотозйомки).

Інтервал часу можна визначити за внутрішнім таймером цифрових фотокамер, якщо таймер фіксує десяти долі секунди.

Фотокамери на основі і базисі (дошка, брусок, рейка) закріплюють таким чином, щоб оптична вісь фотокамери (головний оптичний промінь) був перпендикулярний базису.

Обладнана фотокамерами основа базису встановлюється на розмічене місце на березі.

4. Порядок роботи.

4.1 У смугі зйомки і вище за течією, розробляють 2-3 поплавки по ширині водного потоку.

4.2 При вході поплавків у зону зйомки роблять через заданий інтервал часу низьку фотозйомку, поки поплавки не вийдуть з зони зйомки.

4.3 По окремим стереопарам визначають положення поплавків відносно елементів зовнішнього орієнтування. Потім за різницею координат X і Y отриманих на послідовних стереопарах визначають траєкторію і швидкість потоку [1, 4, 5].

Швидкість водного потоку визначають аналогічно (1) і (2):

$$V_{\text{пот}} = \frac{\Delta L}{\Delta t} = \frac{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}{\Delta t}, \quad (5)$$

де ΔL - переміщення поплавок за час Δt , м;

Δx і Δy - переміщення (зміна) координат поплавок за час Δt , м.

З урахуванням (3):

$$\begin{aligned} \Delta x &= B \left(\frac{x_2}{p_2} - \frac{x_1}{p_1} \right), \\ \Delta y &= B p \left(\frac{1}{p_2} - \frac{1}{p_1} \right), \end{aligned} \quad (6)$$

де x_1 і p_1 - абсциса і поздовжній паралакс зображення поплавок на вихідний (попередній) стереопарі, мм;

x_2 і p_2 - абсциса і поздовжній паралакс зображення поплавок на стереопарі, отриманої через інтервал часу Δt , мм.

B – базис фотографування, 2 м;

f – фокусна відстань, м.

4.4 Результати визначення швидкості і напрямів водного потоку на відрізку зйомки наносять на план водотоку, на підставі якого можна робити висновки про режим водного потоку.

Висновки

Запропонована методика наземної фотограмметрії дозволяє в умовах навчального закладу проводити повномасштабну натурну фотограмметричну зйомку і забезпечує практичне засвоєння всіх необхідних етапів якісної фотограмметрії.

Література

1. Шумнов, И. Г. Речная аэрогидрометрия. [Текст] / И. Г. Шумнов – Л.: Гидрометеоиздат, 1982. – 208 с.
2. Пособие по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки [Текст]: ПМП-91/ПКТИГС. – М., 1992. – 413 с.
3. Назаров, А. С. Фотограмметрия: учебное пособие [Текст]/А.С. Назаров. – Минск: ТетраСистем, 2006. – 368 с.
4. Карманов, А. Г. Фотограмметрия [Текст] / А. Г. Карманов. – Санкт-Петербург, 2012. – 171 с.
5. Буров, М.И. Практикум по фотограмметрии. [Текст]/ М.И. Буров, Б.В. Краснопевцев, А.П. Михайлов. – М.: Недра, 1987. – 124 с.

References

1. Shumnov, I. (1982). *River aerohydrography. Gidrometeoizdat*, 208.
2. *Manual for the exploration and design of railway and road bridge crossings through waterways (1992): PMP-91 / PKTIGS.* -M., 413.
3. Nazarov, A. (2006). *Photogrammetry: textbook. Tetra Sistem*, 368.
4. Karmanov, A. (2012). *Photogrammetry*, 171 p.
5. Burov, M., Krasnopevtsev, A., Mikhailov, A (1987), *Workshop on photogrammetry. Mikhailov. Nadra*, 124.

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. кафедри мостів, конструкцій та будівельної механіки В.П. Кожушко, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

Автор: РЯПУХІН Віталій Миколайович
кандидат технічних наук, професор кафедри вишукувань та проектування доріг і аеродромів
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail - rp@khadi.kharkov.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8767-4926>

APPLICATION OF METHODS OF GROUND PHOTOGRAPHY AT HYDROMETRIC EXTRACTIONS

V. Riapukhin

Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

The article substantiates the necessity of conducting full-scale photogrammetric works taking into account the possibilities of an educational institution. When studying the discipline "Photogrammetry" for the development of certain skills and abilities, it is necessary in the process of practical and laboratory work to get acquainted and study the full cycle aerodynamic works. The method of using methods and capabilities of ground-based photogrammetry for the purposes of hydrometric surveys and research is proposed. In developing the methodology, general theoretical positions of stereophotogrammetry are considered, the features of terrestrial photogrammetry are taken into account and used. The technique can be used to organize field laboratory work on photogrammetry.

Keywords: photogrammetry, ground photogrammetry, water flow, hydrometry, flow velocity, laboratory work.